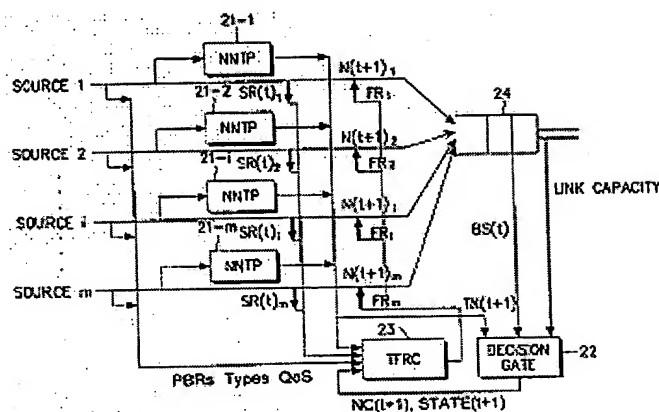


# Asynchronous transfer mode (ATM) traffic control apparatus and control method for handling a wide variety of ATM services

**Patent number:** US6175554  
**Publication date:** 2001-01-16  
**Inventor:** JANG WOOK-JIN (KR); LIM CHANG-SOO (KR)  
**Applicant:** SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD (US)  
**Classification:**  
 - International: G01R31/08; G06F11/00; F04B17/04; H04M15/00  
 - european: H04M15/00, H04L29/06Q  
**Application number:** US19980066927 19980428  
**Priority number(s):** KR19970054421-19971023

## Abstract of US6175554

An ATM traffic control apparatus and method for adaptively controlling ATM traffics. The ATM traffic control apparatus includes an output buffer for storing traffics generated by a plurality of traffic sources; traffic predictors of neural networks for generating predicted traffic values designating the number of cells which is expected to arrive during a future time slot, by adaptively learning the number of cells received during a setting time slot; a decision gate for deciding whether call congestion will happen by using predicted traffic values, an available buffer size of the output buffer and the number of cells to be transmitted during a setting time slot, and for generating the number of cells which can not be processed during a future time slot when it is decided that the congestion will happen; and a traffic controller of an expert system for calculating an optimal flow rate of each traffic source to control the congestion of the output buffer, by using service rates of the traffic sources, traffic types, peak bit rates, predicted traffic values, and the number of cells which can not be processed in the output buffer.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> (11) 공개번호 특1999-0033152  
H04L 12/28 (43) 공개일자 1999년05월 15일

(21) 출원번호 10-1997-0054421

(22) 출원일자 1997년10월23일

(71) 출원인 삼성전자 주식회사 윤종용  
경기도 수원시 팔달구 매탄3동 416

(72) 발명자 임창수  
서울특별시 강남구 개포3동 주공아파트 506-1107  
장욱진

(74) 대리인 경기도 성남시 분당구 아탑동 매화아파트 209-1602  
이건주

심사청구 : 있음

(54) 에이티엠 트래픽 제어장치 및 방법

요약

에이티엠 트래픽을 제어하는 장치가, 다수개의 트래픽 소스들에 의해 발생하는 트래픽을 저장하여 출력하는 출력버퍼와, 트래픽 소스에 대응되는 수로 구비되고 각각이 뉴런 네트워크로서 설정 타임슬롯 구간 동안 수신된 셀들의 수를 적응적으로 학습하여 미래의 일정 타임슬롯 동안 도달할 셀들의 수를 예측한 미래의 예측 트래픽 값들을 발생하는 트래픽 예측기들과, 트래픽 예측기들에서 출력되는 각 예측 트래픽 값들을 합산한 값과 상기 출력버퍼의 유효 크기 및 설정 타임슬롯 동안 전송될 셀 수를 입력하여 출력버퍼의 호 폭주 발생 유무를 결정하며 호 폭주 결정시 미래의 설정 타임슬롯 구간동안 처리할 수 없는 셀들의 수를 출력하는 결정기와, 익스퍼트 시스템으로써 상기 각 트래픽 소스들의 서비스 레이트, 형태, 피크비트 레이트, 예측 트래픽 값 등과, 상기 호폭주 상태에서 처리할 수 없는 셀 수를 입력하여 각 트래픽 소스들의 최적의 전송속도를 계산하여 상기 출력버퍼의 폭주를 제어하는 트래픽 제어기로 구성된다.

대표도

도2

명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 종래의 ATM 트래픽 제어장치의 구성을 도시하는 도면
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 ATM 트래픽 제어장치의 구성을 도시하는 도면
- 도 3은 도 2에서 트래픽 예측기에서 타임슬롯 주기 동안 도달되는 셀들의 수에 의해 정의되는 트래픽 값을 도시하는 도면
- 도 4는 도 2의 트래픽 예측기에서 모듈의 실시간 리커런트 뉴럴 네트워크의 구성을 도시하는 도면
- 도 5는 도 2의 트래픽 예측기의 P모듈 구성을 도시하는 도면
- 도 6은 탭-지연-라인 필터의 구성을 도시하는 도면
- 도 7a 및 도 7b는 트래픽 예측기에서 실제 트래픽 및 예측된 트래픽의 특성을 예를들어 도시하는 도면
- 도 8a는 다음 타임슬롯 주기에서 폭주를 야기할 수 있는 실제 셀들의 수를 예를들어 도시하는 도면이고, 도 8b는 상기 도 8a에 대한 예측 셀들의 수를 예를들어 도시하는 도면
- 도 9a는 유지되는 QoS를 예를들어 도시하는 도면이고, 도 9b는 제어되지 않은 QoS를 예를들어 도시하는 도면
- 도 10은 버퍼의 셀 손실율을 예를들어 도시하는 도면

발명의 상세한 설명

발명의 목적

### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 ATM 트래픽 제어장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 다양한 종류의 ATM 트래픽에 대해 적응적으로 트래픽을 제어할 수 있는 장치 및 방법에 관한 것이다.

도 1은 종래의 ATM 트래픽 제어장치의 구성을 도시하고 있다. 상기 도 1을 참조하면, 사용자는 각 트래픽을 요구하는 서비스 품질(Quality of Service: 이하 QoS라 칭한다)에 따라 등급(class) 별로 구분하여 우선순위 큐(priority queue)11에 전송한다. 그러면 셀 스케줄러(cell scheduler)12는 상기 큐11의 상태와 우선순위에 따라 각 큐에서 셀을 출력버퍼(output buffer)13에 전송하게 된다.

그러나 상기 도 1과 같은 구조를 갖는 종래의 ATM 트래픽 제어장치는 다음과 같은 문제점을 갖는다. 먼저 각 트래픽을 분류하여 해당 우선순위 큐12로 전송하고, 또한 셀들의 큐에서 스케줄링이 될 때 까지 대기하는 동안 지연시간(delay time)이 증가하게 된다. 두번째로 많은 수의 우선순위 큐를 사용할 수 없으므로, 각 사용자가 요구하는 모든 QoS를 만족시킬 수 없고 단지 등급 별로 구분하여 QoS를 제어하여야 한다. 세번째로 출력버퍼13과 같은 주변 환경 상태나 갑작스런 네트워크의 환경변화에 적응적으로 대처할 수 없다.

상기 ATM 네트워크는 음성, 비디오 및 데이터 등을 포함하는 다양한 트래픽들을 처리한다. 상기 트래픽의 각 형태는 수 Kbps에서 50Mbps 또는 100Mbps 까지의 범위를 갖는 고유의 대역폭들을 가지며, 각각 다른 QoS가 요구된다. 이와같은 몇가지 형태의 트래픽을 처리하고 각 트래픽 소스에 대한 QoS를 유지하기 위하여, ATM 트래픽 제어장치는 유연하고 적응적으로 해당하는 트래픽들을 처리할 수 있어야한다. 상기 QoS 파라미터는 셀 전송 지연(cell-transmission delay) 및 셀 손실율(cell-loss ratio)과 같은 ATM 네트워크의 특별한 파라미터이며, 이들 파라미터들에 대한 요구는 사용자와 서비스 시스템 간에 서로 다르다. 따라서 호 세팅업(call set-up) 시, 트래픽 약속은 네트워크와 사용자 간에 결정되며, 상기 QoS 파라미터는 승인된 약속을 선언한다. 상기와 같은 약속에 의해 ATM 네트워크는 사용자가 약속한 파라미터를 위반하지 않는한 상기 QoS를 유지한다.

상기 ATM 네트워크에서 많은 트래픽 소스들은 버스티(bursty)하고, 상기 버스티 소스는 트래픽 셀들을 발생하며, 이후 바로 비활성화되어 셀들을 발생하지 않는다. 상기 ATM 네트워크는 많은 수의 버스티 트래픽 소스들을 처리하므로, 동일 대역폭 공유에 의해 많은 트래픽을 허용하여 대역폭 효율을 향상시킬 수 있도록 통계적인 다중화(statistical multiplexing)가 이용된다. 그러나 많은 수의 트래픽 소스들이 동시에 활성화되면, 심각한 네트워크 폭주가 발생할 수 있다. 현재 상기 ATM 네트워크에서 폭주를 제어하기 위하여 다양한 접근 방법이 제안되고 있으며, 그 중 하나가 충돌 제어 방법이다. 「J. J. BAE and T. Suda, "Survey of Traffic Control Schemes and Protocols in ATM Networks", in Proc. IEEE, vol. 79, pp. 170-189, Feb. 1991」. 상기와 같은 폭주 제어 방법은 폭주가 일어나기 전에 폭주를 예측하여 폭주 방지를 시도한다. 폭주 방지 방법의 목적은 네트워크 트래픽이 수용할 수 없는 폭주를 야기하는 레벨에 도달하지 않도록 보증한다. 그러나 입력되는 트래픽과 네트워크의 상태 분석에 근거하는 종래의 접근 방법은 다양한 종류의 트래픽, QoS 및 이들 결합에 의한 다이버시티(diversity)를 처리하는데 적절하지 않다. 이와같은 접근 방법은 또한 트래픽 특성에서 예기치 못한 변화에 유연하지 못하다.

네트워크의 폭주를 방지하고 각 트래픽 소스에 대한 QoS를 유지하기 위하여, ATM 네트워크는 트래픽 조건에 예기치 못한 변화가 발생되어도 요구되는 기능을 수행할 있도록 고도로 정교하고 유연한 제어 기능을 요구하고, 다양한 ATM 서비스 들과 이들 간의 다이버시티를 처리할 수 있도록 지능적으로 제어하는 것을 필요로 한다.

### 발명이 이루고자하는 기술적 과제

따라서 본 발명의 목적은 매 타임슬롯 단위로 예측한 미래 트래픽 값에 의해 폭주 상태 발생 유무를 예측하고, 폭주 유무에 따라 각 트래픽으로 사용자가 요구하는 서비스 품질을 유지하며 호 폭주를 방지하며 최적의 흐름으로 트래픽을 제어할 수 있는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은 에이티엠 트래픽을 제어하는 장치가, 다수개의 트래픽 소스들에 의해 발생하는 트래픽을 저장하여 출력하는 출력버퍼와, 상기 트래픽 소스에 대응되는 수로 구비되고 각각이 뉴럴 네트워크로서 설정 타임슬롯 구간 동안 수신된 셀들의 수를 적응적으로 학습하여 미래의 일정 타임슬롯 동안 도달할 셀들의 수를 예측한 미래의 예측 트래픽 값들을 발생하는 트래픽 예측기들과, 상기 트래픽 예측기들에서 출력되는 각 예측 트래픽 값들을 합산한 값과 상기 출력버퍼의 유효 크기 및 설정 타임슬롯 동안 전송될 셀 수를 입력하여 출력버퍼의 호 폭주 발생 유무를 결정하며 호 폭주 결정시 미래의 설정 타임슬롯 구간동안 처리할 수 없는 셀들의 수를 출력하는 결정기와, 익스퍼트 시스템으로써 상기 각 트래픽 소스들의 서비스 레이트, 형태, 피크비트 레이트, 예측 트래픽 값 등과, 상기 호폭주 상태에서 처리할 수 없는 셀 수를 입력하여 각 트래픽 소스들의 최적의 전송속도를 계산하여 상기 출력버퍼의 폭주를 제어하는 트래픽 제어로 구성된 것을 특징으로 한다.

### 발명의 구성 및 작용

ATM 망은 다른 비트-레이트들 및 서비스 품질들을 갖는 다양한 종류의 트래픽을 처리할 수 있는 고속의 멀티미디어 네트워크이다. 따라서 상기와 같은 각 트래픽 소스들에 대하여 사용자가 요구한 QoS를 유지하는 상태에서 폭주 문제(congestion problem)를 해결하여야 하므로, 예기치 못한 트래픽 조건의 변화가 발생되어도 요구된 기능이 수행될 수 있도록 상기 ATM 망은 고도로 정밀하고 유연한 트래픽 제어를 하여야 한다. 본 발명의 실시예에서는 ATM 망에서 트래픽을 제어하기 위하여 러커런트 뉴럴 네트워크(recurrent neural networks)와 익스퍼트 시스템(expert system)을 사용하는 지능적인 구조(intelligent architecture)의 ATM 트래픽 제어장치를 제공한다. 상기 뉴럴 네트워크를 사용하는 트래픽 제어장치는 제공되는 트래픽의 특성과 트래픽의 동적 변화(dynamic change)를 학습할 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 뉴럴 네트워크는 트래픽 소스에 대한 주어진 트래픽의 미래 값(future traffic

value) 및 흐름 속도(flow rate)를 예측하는 것을 토대로 한다. 주어진 매 타임슬롯에서 제어부는 호 폭주의 발생 유무를 예측하고 폭주가 발생하기 전에 각 트래픽 소스에 대한 입력 트래픽의 크기(volume)를 정규화하며, 미리 정해진 규칙을 토대로 각 트래픽 소스에 대하여 사용자가 요구한 QoS를 유지한다. 결론적으로, 본 발명의 실시예에 따른 ATM 트래픽 제어장치는 각 트래픽 소스에 대한 QoS를 승인하고 효과적으로 폭주를 방지한다.

본 발명의 실시예에 따른 ATM 트래픽 제어장치는 뉴럴 네트워크(Neural Network)와 익스퍼트 시스템(Expert System)을 이용하여 ATM 트래픽 제어를 지능적으로 수행할 수 있다. 상기 뉴럴 네트워크는 주어진 트래픽의 특성 및 트래픽의 다이내믹 변화를 학습하므로, 상기 ATM 네트워크의 트래픽 예측에 상기 뉴럴 네트워크를 이용하면 폭주의 제어를 유용하게 수행할 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 ATM 트래픽 제어 장치의 도 2와 같이 트래픽 예측기(Neural Network Traffic Predictor: NNTP)21, 결정기(Decision Gate)22, 트래픽 제어기(Traffic Flow Rates Controller: TFR)23의 3가지 제어부들로 구성되며, 제어는 입력되는 트래픽들의 미래 값과 각 트래픽의 흐름 속도를 적응적으로 예측하는 것을 기반으로 수행된다.

상기 도 2의 구성을 살펴보면, 출력버퍼24는 입력되는 트래픽 소스1-트래픽 소스m을 저장한다.

트래픽 예측기21은 과거의 트래픽 소스1 - 트래픽 소스m 들의 각각 대응되는 수로 구비된다. 상기 트래픽 예측기21은 각각 대응되는 상기 트래픽 소스1 - 트래픽 소스m에 대하여 미래의 일정시간 동안의 트래픽을 예측한 후, 예측된 트래픽  $N(t+1)_1-N(t+1)_m$ 을 발생한다. 상기 트래픽 예측기21은 대응되는 트래픽 소스의 과거의 n 타임슬롯의 트래픽  $N(t)-N(t-(n-1))$ 을 입력으로 하여 미리 일정시간 동안의 트래픽을 예측하도록 학습되고, 실시간에 발생한 예측 오류는 계속 학습하므로써 각 종류의 트래픽에 대한 특성과 급격한 변화에 대처한다. 상기 트래픽 예측기21의 입력 트래픽은 시간을 타임슬롯 구간으로 나누고, 각 타임슬롯 구간에서 입력되는 셀들의 수(시간 t에서 한 타임슬롯 구간 동안 도착되는 셀의 수)를 단위로 하여 과거 n 타임슬롯 구간 동안의 타임슬롯 별 셀들의 수로 정의된다. 상기 트래픽 예측기21의 출력 트래픽은 미래 한 타임슬롯 동안에 도착할 셀들의 수로써, 매 단위 시간마다 예측된다.

결정기22는 m개의 트래픽 예측기21에서 출력되는 m개의 예측 트래픽  $N(t+1)_1-N(t+1)_m$ 의 합한 값  $TN(t+1)$ 과, 상기 출력버퍼24의 총 전송 셀 수 TC 및 유효 사이즈  $BS(t)$ 들을 입력하며, 상기 3 입력을 분석하여 상기 출력버퍼24의 호 폭주 발생 유무를 판단하여 다음 타임슬롯의 온/오프 상태신호 및 상기 출력버퍼24가 처리할 수 없는 셀들의  $NC(t+1)$ 을 발생한다. 즉, 상기 결정기22는 미래의 타임슬롯 동안 상기 출력버퍼24에서 폭주 현상이 발생할지를 결정하는 기능을 수행하며, 폭주 발생 유무에 따라 상태를 온 또는 오프 상태로 결정한다. 상기 폭주 현상의 판단은 각 트래픽 예측기21-1에서 트래픽 예측기21-m 들이 예측한 트래픽 값을 입력하여 합한 값( $TN(t+1)$ )과 상기 출력버퍼24의 유효한 영역( $BS(t)$ ), 그리고 한 타임슬롯 동안 상기 출력버퍼24로 부터 전송될 셀들의 수(TC)를 이용하여 미래의 한 타임슬롯 동안 상기 출력버퍼24가 처리할 수 없는 셀들의 수( $NC(t+1)$ )를 예측한다.

트래픽 제어기23은 익스퍼트 시스템으로서, 각각의 상기 트래픽 소스1-트래픽 소스m 들에 대해 요구된 QoSs, PBRs, Types,  $SR(t)_1-SR(t)_m$ 과, 상기 트래픽 예측기21에 의해 예측된 각 트래픽 예측 값  $N(t+1)_1-N(t+1)_m$ 과, 상기 결정기22에서 출력되는  $NC(t+1)$ 들을 입력하며, 상기 입력들에 따라 계산된 각 트래픽 소스들의 최적 흐름 속도  $FR_1-FR_m$ 을 발생한다. 상기 트래픽 제어기23은 각 트래픽에 대해 요구된 QoS, 트래픽 파라미터, 트래픽 형태, 예측된 트래픽 값 등을 사용하여 최적의 전송 속도를 계산하여 트래픽을 제어하며, 이로 인해 호 폭주를 제어하여 각 사용자가 요구한 QoS를 만족시킬 수 있다.

상기와 같은 구성을 갖는 본 발명의 실시예에 따른 ATM 트래픽 제어장치의 동작을 상세하게 살펴본다.

호 승인 제어부(Call Admission Controller: CAC)가 사용자의 호 세트업 리퀘스트(call set-up request)에 대하여 호 수용을 결정할 때, 상기 트래픽 예측기21은 주어진 타임슬롯 주기 동안 입력되는 트래픽 소스들로부터 트래픽(셀들의 수)을 예측하며, 결정기22는 폭주의 발생 유무를 결정한다. 이때 폭주가 발생될 것 같으면, 트래픽 제어기23은 실제 트래픽이 도달하기 전에 예측된 트래픽과 네트워크의 현재 상태를 이용하여 트래픽의 전송 속도 제어를 정규화(regulate)한다.

상기와 같은 ATM 트래픽 제어 구조는 하기와 같은 3가지 특징을 갖는다.

첫번째로 상기 트래픽 예측기21이 계속적으로 트래픽의 예기치 못한 변화의 특성을 학습하며, 이와같이 적응적으로 학습하는 것을 이용하여 입력되는 트래픽의 다이내믹한 변화를 처리할 수 있다. 두번째로 주어진 타임슬롯 동안 입력되는 트래픽의 미래 값(셀들의 수)을 예측할 수 있다. 이때 상기 트래픽 예측기21은 실제 셀이 도착할 때 까지 대기하지 않으므로, 대기 시간에 의한 지연이 발생되지 않는다. 즉, 상기 트래픽을 입력 대기(input queueing)하지 않으므로, 버퍼에서 셀 전송 지연 시간(cell-transmission-delay time)을 제거할 수 있으며, 특히 음성 및 비디오 등과 같은 지연에 민감한 트래픽들(delay-sensitive traffics)을 처리하는 경우에 효과적이다. 세번째로 어떤 장치가 임의의 트래픽 그룹에 대한 QoS에 관련된 동안 사용자에게 의해 요구된 QoS를 유지할 수 있다.

먼저 상기 트래픽 예측기21에 대하여 살펴본다.

폭주가 발생하기 전에 폭주를 방지하려면, 앞으로 입력되는 트래픽 량을 예측할 수 있어야 한다. 상기 뉴럴 네트워크는 학습 능력을 갖고 있으므로, 다른 형태들의 트래픽들을 관리하는데 적절한 장치이다. 상기 트래픽 예측기21은 다른 형태를 갖는 트래픽들(음성, 데이터, 비디오 등)의 특성을 학습하여 훈련하고, 적응적으로 학습 항목의 트래픽에 대한 과거를 이용하여 미래의 트래픽 값을 처리한다. 상기 트래픽 값은 도 3에 도시된 바와 같이 주어진 타임슬롯 동안 도착되는 트래픽 셀들의 수의 처리를 카운트하므로써 예측한다. 상기 트래픽의 과거 값을 사용하면, 상기 트래픽 예측기21은 트래픽의 미래 값을 예측할 수 있다. 상기 도 3을 참조하여 트래픽 예측기21의 동작을 살펴보면, 시간 t에서 과거 n 타임슬롯에

대한 트래픽 값이 트래픽 예측기21의 입력이 되며, 이를 식으로 표현하면 하기 <수학식 1>과 같다.

$$\text{Input } \overrightarrow{\text{tor}(t)} = [N(t) N(t-1) N(t-2) \dots N(t-(n-1))]^T$$

상기 <수학식 1>에서  $N(t)$ 는 시간  $t$ 에서 타임슬롯 주기 동안 도달되는 트래픽 셀들의 수를 의미하며,  $T$ 는 트랜스포즈(transpose)이다. 상기 시간  $t$ 에서 트래픽 예측기21의 출력은 시간  $t+1$ 에서 미래의 타임슬롯 동안에 입력되는 예측된 트래픽 셀들의 수가 된다. 이를 식으로 표현하면 하기의 <수학식 2>와 같다.

$$\text{Output } \overrightarrow{\text{tor}(t)} = [N(t+1)]$$

호 세트업 과정에서, 사용자는 트래픽의 연결 등급을 선언하며, 따라서 상기 트래픽 예측기21은 트래픽 등급에 관련된 특정 정보를 포함하는 입출력 매핑 기능(input-output mapping function)의 해당하는 정보를 선택한다. 상기 호가 승인될 때, 상기 트래픽 예측기21은 미래 타임슬롯 주기동안 입력될 셀 수의 예측을 시작하고, 실제 트래픽이 입력될 때 상기 트래픽의 특성을 적응적으로 학습하는 것을 계속한다. 상기 트래픽 예측기21은  $P$ 개의 모듈로 구성되며, 각 모듈은 도 4에 도시된 바와 같이 러커런트 뉴럴 네트워크(recurrent neural network)이 될 수 있다. 상기 도 4에 도시된 모듈은  $M$ 개의 외부 입력 연결을 갖는  $N$ 개의 뉴런(neurons)들로 구성된다. 여기서  $x(t)$ 를 이산 시간(discrete time)에서 네트워크에 적용되는 외부 입력 벡터( $M$ -by-1)라 정의하고,  $y(t+1)$ 은 다음의 시간  $t+1$ 에서 발생하는 개별적인 뉴런 출력의 해당하는  $1/N$  벡터라 정의한다. 에러신호  $e(t)$ 는 원하는 응답과 해당하는 가중치 변화를 계산한 뉴런 출력 간의 차를 표현한다. 상기 도 4는  $P$  모듈의 트래픽 예측기21을 도시하고 있으며, 상기 트래픽 예측기21의 각 모듈은 입력되는 트래픽의 과거 값의 입력벡터를 수신한다. 이를 식으로 표현하면 하기 <수학식 3>과 같다.

$$x(t-k) = [N(t-k), N(t-k-1), \dots, N(t-k-p+1)]^T$$

상기 <수학식 3>에서  $k=1, 2, 3, \dots, M$ 이 된다. 이때 시간  $t-k+1$ 에서 계산된 모듈  $k$ 의  $N$  뉴런들의 벡터 출력신호  $y_k(t-k+1)$ 은 하기의 <수학식 4>와 같다.

$$y_k(t-k+1) = [y_{k,1}(t-k+1), y_{k,2}(t-k+1), \dots, y_{k,N}(t-k+1)]^T$$

마지막 모듈(예를들면 모듈  $P$ ) 내의 뉴런들의 출력 벡터  $y_M(t-k+1)$ 은 1 유니트 단위로 지연된 후에 궤환 입력된다. 출력벡터  $y_M(t-P+1)$ 은 모듈  $P-1$ 에 직접 궤환된다. 각 모듈은 하기 <수학식 5>에 의해 정의된 에러신호를 계산한다.

$$e_{k,1}(t-k+1) = N(t-k+1) - y_{k,1}(t-k+1),$$

$$k = 1, 2, \dots, P$$

상기 <수학식 5>에서  $N(t-k+1)$ 은 입력 트래픽 신호의 샘플(sample)이고,  $y_{k,1}(t-k+1)$ 은 모듈  $k$ 에서 출력 뉴런에 대응되는 출력이다. 전체 출력은 모듈 1의 출력 뉴런에 의해 결정되며, 이는 하기의 <수학식 6>과 표현할 수 있다.

$$y(t) = y_{1,1}(t)$$

마지막으로, 상기 트래픽 예측기21의 출력은  $q$ 를 이용하여 과거 값  $y(t-1), y(t-2), \dots, y(t-q)$ 로 계산된다. 가중치 벡터  $w_i$ 를 구성하는 필터의  $(q+1)$  탭 가중치는  $N(t+1)$ 에서 예측을 최적화하기 위하여 표준 LMS 알고리즘(standard least-mean-square algorithm)을 사용하여 조정한다. 도 5는 필터를 도시하고 있다. 따라서 상기 트래픽 예측기21은 다양한 트래픽과 트래픽의 예기치 못한 동적 변화를 처리할 수 있게 된다. 매 타임슬롯에서, 각각의 트래픽 예측기21은 입력되는 트래픽 소스에 대한 미래의 트래픽( $N(t+1)$ )을 예측하고, 모든 트래픽 소스( $TN(t+1)$ )들로부터 예측된 트래픽 벡터는 결정기22 및 트래픽 제어기23에 전송된다. 상기  $TN(t+1)$ 에서의 정의는 하기 <수학식 7>과 같으며, 여기서  $m$ 은 트래픽 소스들의 수이다.

$$TN(t+1) = [N_1(t+1) N_2(t+1) \dots N_m(t+1)]^T$$

두번째로 상기 결정기22의 동작을 살펴본다. 상기 결정기22는 미래의 타임슬롯에서 폭주를 야기할 수 있는  $NC(t+1)$ 의 셀 수를 계산하여 상기 폭주의 발생 유무를 검사와, 온-오프 상태를 결정한다. 여기서  $NC(t+1)$ 은 하기 <수학식 8>과 같이 정의된다.

$$NC(t+1) = TN(t+1) - BS(t) - TC$$

상기 <수학식 8>에서  $TN(t+1)$ 은 모든 소스들로부터 예측된 셀들의 총 수이고,  $BS(t)$ 는 현재 사용가능한 버퍼 영역(셀)이며,  $TC$ 는 한 타임슬롯에서 네트워크에 전송되는 셀 수를 의미한다. 여기서 상기  $TC$ 는 하기 <수학식 9>와 같이 정의할 수 있다.

$$TC = \lfloor \Delta t / (C/L) \rfloor$$

상기 <수학식 9>에서  $\Delta t$ 는 타임슬롯이고,  $C$ 는 셀 사이즈이며,  $L$ 은 링크 캐패시티(link capacity)이다.

상기 결정기22는  $NC(t+1)$ 을 사용하여 해당 상태를 결정하고, 이는 하기의 <수학식 10>과 같이 표현할 수 있다. 매 타임슬롯에서, 상기 결정기22는 해당 상태와  $NC(t+1)$ 을 상기 트래픽 제어기23에 전송한다.

*On state* if  $NC(t+1) > 0$

*Off state* if  $NC(t+1) \leq 0$

세번째로 트래픽 제어기23의 동작을 살펴본다. 상기 트래픽 제어기23은 폭주를 방지하기 위하여 미리 정의된 규칙에 따라 각 트래픽에 대한 최적의 흐름 제어를 계산하는 익스퍼트 시스템이다. 상기 트래픽 제어기23은 상기 트래픽 예측기21에서 예측된 트래픽 벡터  $TN(t+1)$ 과 결정기의  $NC(t+1)$ 을 이용하여 각 트래픽 소스에 대한 흐름 속도를 정규화한다. 상기 트래픽 제어기23은 각 트래픽 소스에 대하여 사용자에게 의해 요구된 QoS를 유지한다. 그러므로 상기 트래픽 제어기23은 폭주를 방지하고 또한 각 소스에 대한 QoS를 유지한다. 상기 트래픽 제어기23은 하기와 같이 미리 결정된 규칙들을 토대로 상기과 같은 기능을 수행한다.

먼저 상기 결정기22가 온상태인 경우를 살펴보면, 첫번째로 현재 시간 까지 유지된 각 트래픽들의 서비스 레이트 순에 의해 사용자가 요구한 QoS를 만족시키는 한도 내에서 흐름 속도를 줄인다. 두번째로 예측된 트래픽 값( $N(t+1)$ )이 0인 트래픽들은 흐름 속도를 조절하지 않는다. 세번째로 지연에 민감하지 않은 트래픽의 셀들을 재전송하기 위해 엑스트라 버퍼(extra buffer)로 전송한다. 네번째로 트래픽 파라미터의 피크 셀 레이트(peak cell rate) 이상으로 입력되는 셀들은 계약 위반 셀들이므로, 드롭(drop)시킨다. 그리고 상기 결정기22가 오프 상태인 경우를 살펴보면, 엑스트라 버퍼에서 가능한 수의 셀들을 출력 버퍼로 전송한다.

시간 t에서 m 소스들의 트래픽 제어기23의 입력은 하기와 같은 <수학식 11>로 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Input } \overrightarrow{tor} = [ & N(t+1)_1, QoS_1, SR(t)_1, PBR_1, Type_1, \\ & N(t+1)_2, QoS_2, SR(t)_2, PBR_2, Type_2, \\ & \dots \dots \dots \\ & N(t+1)_i, QoS_i, SR(t)_i, PBR_i, Type_i, \\ & \dots \dots \dots \\ & N(t+1)_m, QoS_m, SR(t)_m, PBR_m, Type_m, \\ & N(t+1)]^T \end{aligned}$$

상기 <수학식 11>에서  $SR(t)_i$ 는 i번째 트래픽 소스에 대하여 t 시간 까지 제어부의 서비스 레이트이며,  $PBR_i$ 는 트래픽의 피크 비트 레이트이고,  $Type_i$ 는 트래픽의 형태이다. 상기 트래픽 제어기23의 출력은 m 소스들에 대한 흐름 속도의 벡터로서 하기의 <수학식 12>와 같이 표현된다.

$$\text{Output } \overrightarrow{tor}(t) = [FR_1, FR_2, \dots, FR_i, \dots, FR_m]^T$$

상기 <수학식 12>에서  $FR_i$ 는 i번째 트래픽 소스에 대한 흐름 속도이다.

상기와 같이 트래픽 제어를 위한 지능적 구조를 갖는 본 발명의 실시예에서는 3개의 제어부로 구성된 구조를 가지며, 상기 구조는 매 타임 슬롯, 트래픽 예측기21이 예측한 미리 트래픽 값에 의해 결정기22가 폭주 상태 발생 유무를 예측하고, 상기 트래픽 제어기23은 폭주 여부에 따라 각 트래픽으로 사용자가 요구하는 QoS를 유지하며 폭주를 방지할 수 있는 최적의 흐름 속도를 전송하는 방식에 의해 트래픽을 제어한다.

상기와 같은 구성을 갖는 본 발명의 실시예에 따른 ATM 트래픽 제어장치의 동작을 음성 데이터를 예를 들어 구체적으로 살펴본다. 여기서는 피크 비트 레이트가 64Kbps 및 32Kbps인 음성데이터와 타임슬롯이 24ms인 경우를 가정하여 살펴본다. 64Kbps 음성데이터의 경우, 셀 발생주기는 6ms이다. 따라서 타임슬롯 주기인 24ms 동안 발생하는 셀의 최대 수는 4가 된다. 한 타임슬롯 주기 동안 도달되는 셀이 4개 이상 되면, 비트레이트 위반이 된다. 이런 경우 제어장치는 위반된 모든 셀을 드롭시킨다.

먼저 트래픽 데이터 발생 과정을 살펴보면, 각 호는 온과 오프 시간을 가지며, 평균적으로 평균  $Ton=360ms$ 의 온 타임 주기와  $Toff=640ms$ 의 오프 타임 주기로 지수적으로 분배된다. 상기 온 타임 주기 동안, 고정된 셀 수가  $Tms$  동안 발생되며, 반면에 오프 타임 주기동안에는 셀이 발생되지 않는다. 여기서 64Kbps의 음성데이터는  $T=6ms$ 이고 32Kbps의 음성 데이터는  $T=12ms$ 로 추측할 수 있다.

두번째로 상기 트래픽 예측기21의 동작을 살펴보면, 50 타임슬롯 주기 동안 트래픽 데이터의 과거 값을 사용하면, 상기 트래픽 예측기21은 1개의 미래 타임슬롯 동안 트래픽의 값을 예측한다. 도 7a 및 도 7b는 상기 트래픽 예측기21의 실험 결과를 도시하고 있다. 상기 도 7a 및 도 7b에 도시된 바와 같이 상기

트래픽 예측기21가 트래픽 예측을 양호하게 수행함을 알 수 있으며, 미래 타임슬롯에서 입력되는 셀들의 수의 정확한 예측 비율이 93%를 넘는 것을 알 수 있다. 상기 트래픽의 예측된 결과를 이용하면, 결정기22는 현재의 네트워크 상태에서 폭주의 발생 유무를 결정할 수 있다.

세번째로 상기 결정기22의 동작을 살펴보면, 상기 결정기22가 상기 트래픽 예측기21으로 출력되는 모든 트래픽 소스(TN(t+1))에 대한 미래 트래픽의 예측된 모든 값들을 수신하며, 현재의 네트워크 상태(사용 가능한 버퍼 영역과 링크 캐패시티 등)를 이용하여 온/오프 상태를 결정한다. 상기 네트워크기 모든 트래픽 소스들로 부터 예측된 모든 셀 수를 처리할 수 있으면, 상기 결정기22는 오프 상태가 된다. 한편 상기 결정기22는 온 상태가 되고 상기 트래픽 제어기23에 NC(t+1)을 전송한다. 도 7a는 폭주를 야기하는 실제 셀들의 수를 도시하고 있으며, 도 7b는 상기 결정기22의 시뮬레이션 결과를 도시하고 있다.

네번째로 상기 트래픽 제어기22의 동작을 살펴본다. 버퍼 사이즈  $B=1000DL/C$ 라고 가정하며, 음성데이터는 항상 셀 지연을 만족하므로 여기서는 사용자가 요구한 QoS에 대한 셀 손실율만을 고려하기로 한다. 이때 상기  $B=1000DL/C$ 에서 Dms는 버퍼에 승인되는 최대 지연시간이고, L은 링크 캐패시티이며, C는 셀 사이즈로 비트로 표시된다. 여기서 링크 캐패시티  $L=0.8Mbps$ ,  $B=11$ 셀,  $QoS=10^{-2}$ 로 가정한다.

상기 트래픽 제어기23은 각 트래픽의 트래픽 흐름을 정규화한다. 상기 트래픽 제어기23은 폭주를 방지하고, 각 트래픽 소스에 대한 사용자의 요구 QoS를 유지한다. 상기 트래픽 제어기23이 트래픽 특성(N(t+1), 서비스 레이트 등)과 폭주에 대한 정보(NC(t+1), 온오프 상태)를 수신하면, 상기 트래픽 제어기23은 미리 정의된 규칙에 근거하여 트래픽 흐름의 제어를 시작한다. 상기 트래픽 예측기23이 임의 트래픽의 흐름 레이트를 감소하도록 제어할 때, 트래픽은 일부 셀들을 손실시킬 수 있으며, 트래픽에 의한 서비스 레이트는 누적되는 셀 손실율에 의해 변화된다. 각 타임슬롯의 각 트래픽의 서비스 레이트를 고려하면, 상기 트래픽 제어기23은 트래픽 흐름을 효과적으로 제거하고, 각 트래픽 소스에 대한 QoS를 유지한다. 도 8은 제어되지 않은 QoS와 비교되어 사용자 요구 QoS를 유지하는 트래픽 제어기23의 시뮬레이션 결과를 도시하고 있다. 본 발명의 실시예에 따른 ATM 트래픽 제어장치는 입력되는 트래픽의 미래 값의 예측에 근거하므로, 제어기는 완전하게 폭주를 방지할 수 없다. 따라서 일부 셀들은 상기 도 2에 도시된 바와 같은 버퍼에서 드롭된다. 그러나 상기 버퍼의 셀 손실율은 매우 작으며, QoS를 유지하는데 영향을 미치지 않는다. 도 9는 버퍼에서 폭주를 제어하는 상기 트래픽 제어기23의 시뮬레이션 결과를 도시하고 있다.

#### 발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 ATM 트래픽 제어장치는 각 트래픽 소스에 대하여 미래 트래픽 및 트래픽 흐름 속도를 예측하여 처리한다. 따라서 본 발명의 실시예에 따른 ATM 트래픽 제어장치는 각 사용자가 요구하는 다양한 서비스의 질을 만족시킬 수 있고, 각종 트래픽 형태를 처리할 수 있으며, 트래픽 및 네트워크의 갑작스런 환경 변화에 대처하여 폭주 상태를 방지할 수 있는 이점이 있다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1

에이티엠 트래픽을 제어하는 장치에 있어서,

다수개의 트래픽 소스들에 의해 발생하는 트래픽을 저장하여 출력하는 출력버퍼와,

상기 트래픽 소스에 대응되는 수로 구비되고, 각각이 뉴런 네트워크로서 설정 타임슬롯 구간 동안 수신된 셀들의 수를 적응적으로 학습하여 미래의 일정 타임슬롯 동안 도달할 셀들의 수를 예측한 미래의 예측 트래픽 값들을 발생하는 트래픽 예측기들과,

상기 트래픽 예측기들에서 출력되는 각 예측 트래픽 값들을 합산한 값과, 상기 출력버퍼의 유효 크기 및 설정 타임슬롯 동안 전송될 셀 수를 입력하여 출력버퍼의 호 폭주 발생 유무를 결정하며, 호 폭주 결정 시 미래의 설정 타임슬롯 구간동안 처리할 수 없는 셀들의 수를 출력하는 결정기와,

익스퍼트 시스템으로써, 상기 각 트래픽 소스들의 서비스 레이트, 형태, 피크비트 레이트, 예측 트래픽 값들과, 상기 호폭주 상태에서 처리할 수 없는 셀 수를 입력하여 각 트래픽 소스들의 최적의 전송속도를 계산하여 상기 출력버퍼의 폭주를 제어하는 트래픽 제어기로 구성된 것을 특징으로 하는 에이티엠 트래픽 제어장치.

##### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 트래픽 예측기들이,

각각 해당하는 트래픽 소스들에 대하여 타임슬롯 구간으로 나눈 후 각 타임슬롯에서 입력된 셀들의 수를 단위로 하여 과거 n 타임슬롯 동안의 타임슬롯별로 입력되는 셀들의 수를 입력하며, 상기 입력으로 부터 학습된 항목에 따라 적응적으로 미래 한 타임슬롯 구간에 도착할 셀들의 예측한 후, 해당 예측 트래픽값들을 출력하는 것을 특징으로 하는 에이티엠 트래픽 제어장치.

##### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 결정기가

상기 트래픽 예측기들의 출력을 합산한 총 예측 트래픽 값에서 상기 출력버퍼의 유효크기 및 전송될 셀 수를 감산하여 호폭주시 처리할 수 없는 셀들의 수를 계산하며, 상기 호폭주가 발생되지 않을 시 온상태로 결정하고 처리할 수 없는 셀 계산시 오프상태로 결정하는 것을 특징으로 에이티엠 트래픽 제어장치.

##### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 트래픽제어기가,

상기 결정기가 온상태일 시 현재까지 유지된 각 트래픽들의 서비스레이트 순에 의해 사용자가 요구한 서비스를 만족시키는 한도 내에서 트래픽 전송속도를 줄이며, 예측된 트래픽 값이 0인 트래픽들은 전송속도를 조절하지 않고, 지연에 민감하지 않은 트래픽 셀들은 엑스트라 버퍼에 전송하며, 피크 셀 레이트를 초과하는 셀들은 드롭시키고,

상기 결정기가 오프상태일 시 상기 엑스트라 버퍼에서 가능한 수의 셀들을 상기 출력버퍼에 전송하는 것을 특징으로 하는 에이티엠 트래픽 제어장치.

#### 청구항 5

에이티엠 트래픽을 제어하는 장치에 있어서,

다수개의 트래픽 소스들에 의해 발생하는 트래픽을 출력버퍼에 저장하는 과정과,

상기 트래픽 소스들에 의해 발생한 과거의 설정 타임슬롯 구간 동안 수신된 셀들의 수를 적응적으로 학습하여 미래의 일정 타임슬롯 동안 도달할 셀들의 수를 예측한 미래의 예측 트래픽 값들을 발생하는 과정과,

상기 각 예측 트래픽 값들을 합산한 값과, 상기 출력버퍼의 유효 크기 및 설정 타임슬롯 동안 전송될 셀 수를 입력하여 출력버퍼의 호 폭주 발생 유무를 결정하며, 호 폭주 결정시 미래의 설정 타임슬롯 구간동안 처리할 수 없는 셀들의 수를 출력하는 과정과,

상기 각 트래픽 소스들의 서비스 레이트, 형태, 피크비트 레이트, 예측 트래픽 값 등과, 상기 호폭주 상태에서 처리할 수 없는 셀 수를 입력하여 각 트래픽 소스들의 최적의 전송속도를 계산하여 상기 출력버퍼의 폭주를 제어하는 과정으로 이루어짐을 특징으로 하는 에이티엠 트래픽 제어방법.

#### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 트래픽소스의 미래 트래픽 값을 예측하는 과정이,

각각 해당하는 트래픽 소스들에 대하여 타임슬롯 구간으로 나눈 후 각 타임슬롯에서 입력된 셀들의 수를 단위로 하여 과거  $n$  타임슬롯 동안의 타임슬롯별로 입력되는 셀들의 수를 입력하는 단계와,

상기 입력으로 부터 학습된 항목에 따라 적응적으로 미래 한 타임슬롯 구간에 도착할 셀들의 예측한 후, 해당 예측 트래픽값들을 출력함을 특징으로 하는 에이티엠 트래픽 제어방법.

#### 청구항 7

제5항 또는 제6항에 있어서, 상기 폭주 발생유무를 결정하는 과정이,

상기 예측 트래픽 값들을 출력을 합산하여 입력하는 단계와,

상기 합산 예측 트래픽 값에서 상기 출력퍼의 유효크기 및 전송될 셀 수를 감산하여 호폭주시 처리할 수 없는 셀들의 수를 계산하는 단계와,

상기 호폭주가 발생되지 않을 시 온상태로 결정하고 처리할 수 없는 셀 계산시 오프상태로 결정하는 단계로 이루어짐을 특징으로 하는 에이티엠 트래픽 제어방법.

#### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 트래픽 제어과정은,

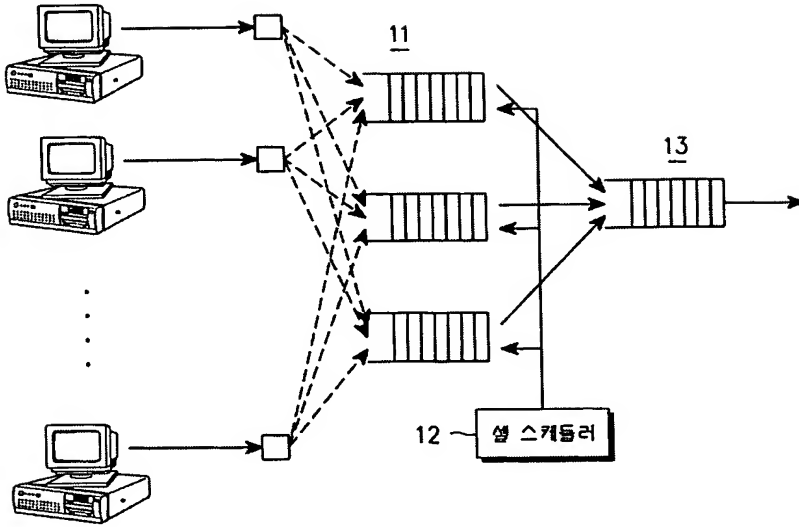
상기 결정기가 온상태일 시 현재까지 유지된 각 트래픽들의 서비스레이트 순에 의해 사용자가 요구한 서비스를 만족시키는 한도 내에서 트래픽 전송속도를 줄이며, 예측된 트래픽 값이 0인 트래픽들은 전송속도를 조절하지 않고, 지연에 민감하지 않은 트래픽 셀들은 엑스트라 버퍼에 전송하며, 피크 셀 레이트를 초과하는 셀들은 드롭시키는 단계와,

상기 결정기가 오프상태일 시 상기 엑스트라 버퍼에서 가능한 수의 셀들을 상기 출력버퍼에 전송하는 단계로 이루어짐을 특징으로 하는 에이티엠 트래픽 제어방법.

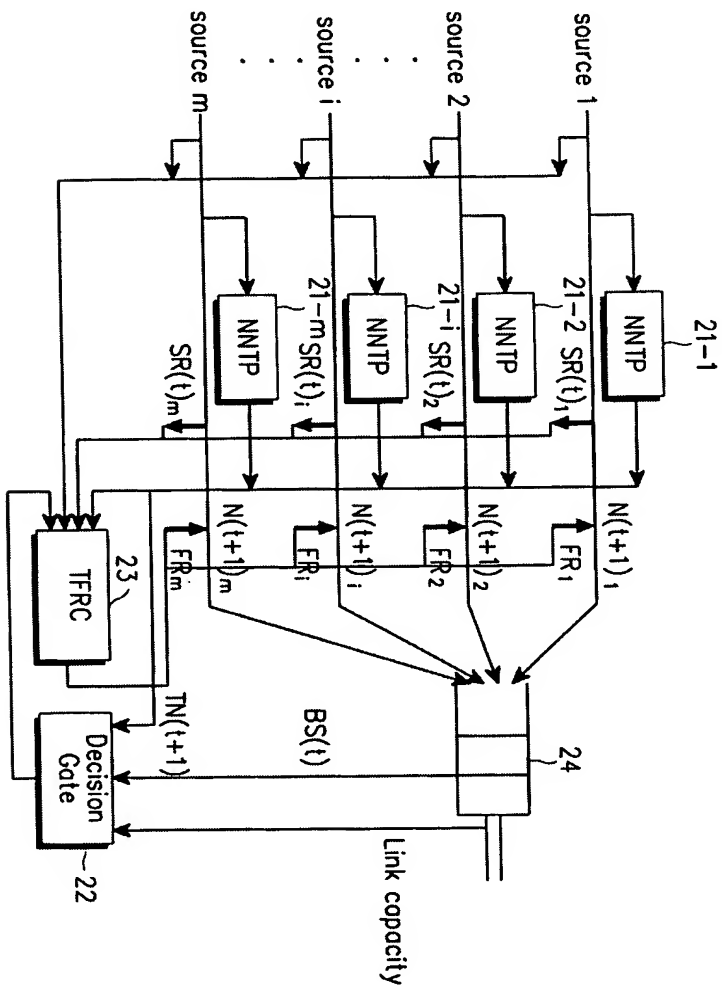
도면



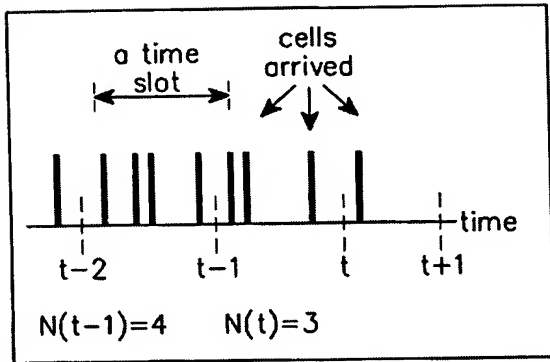
도면1



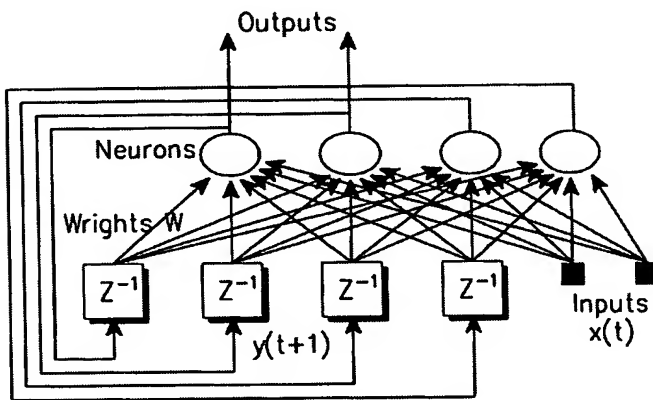
도면2



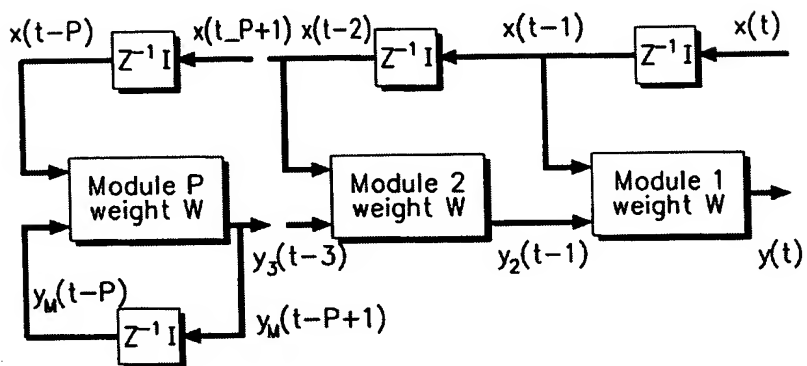
도면3



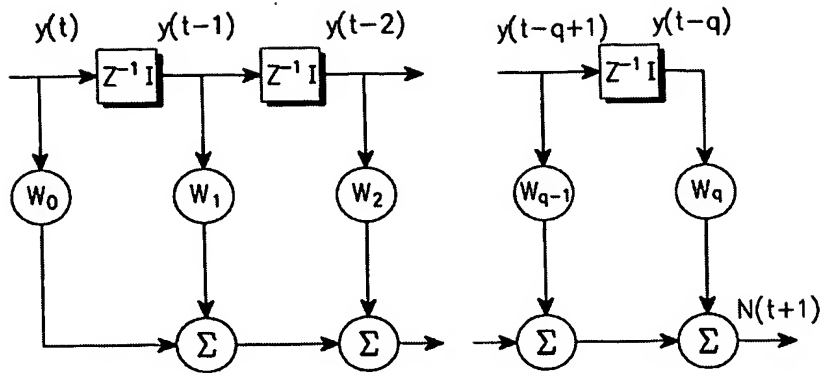
도면4



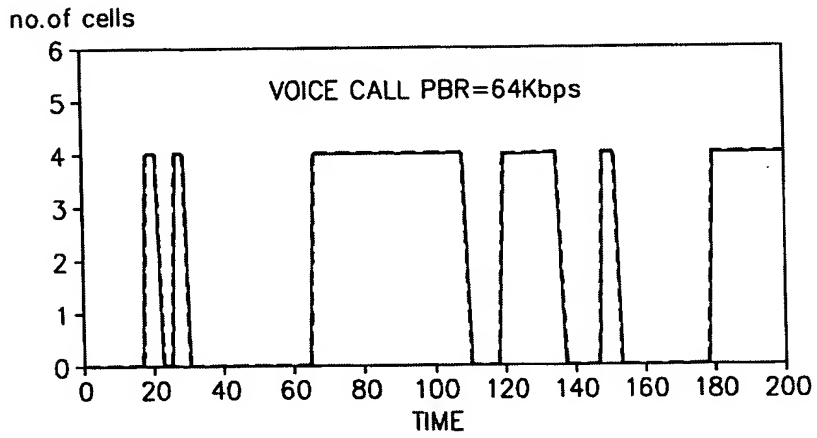
도면5



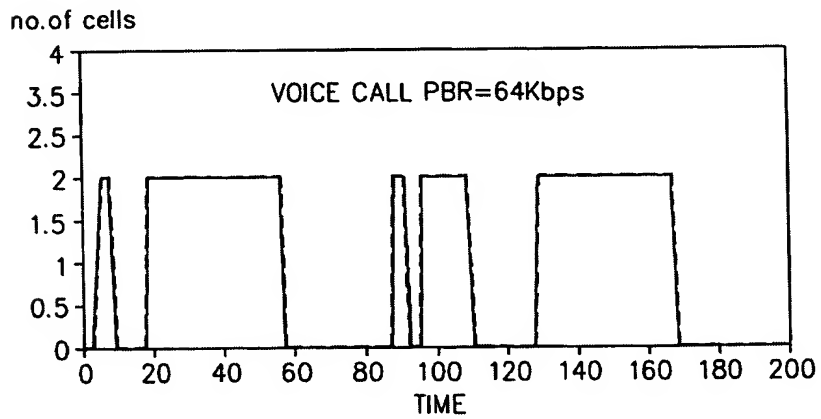
도면6



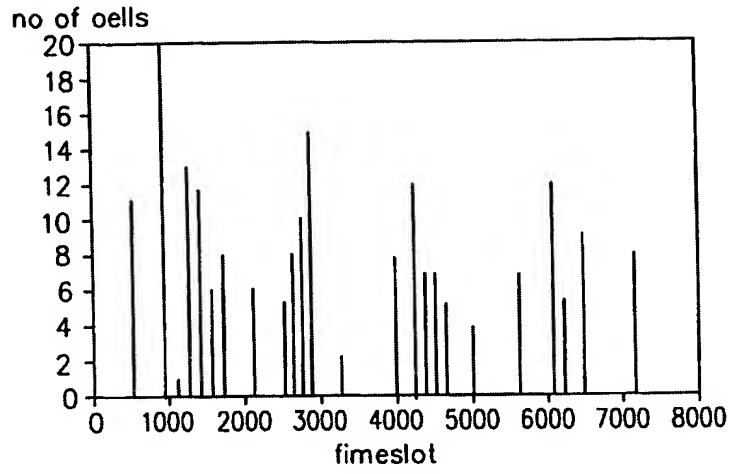
도면7a



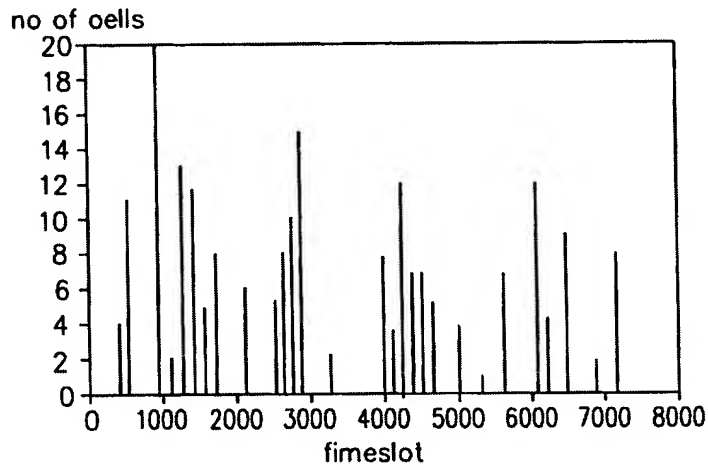
도면7b



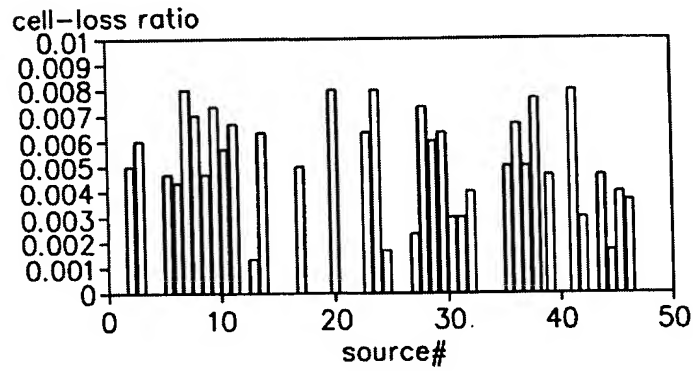
도면 8a



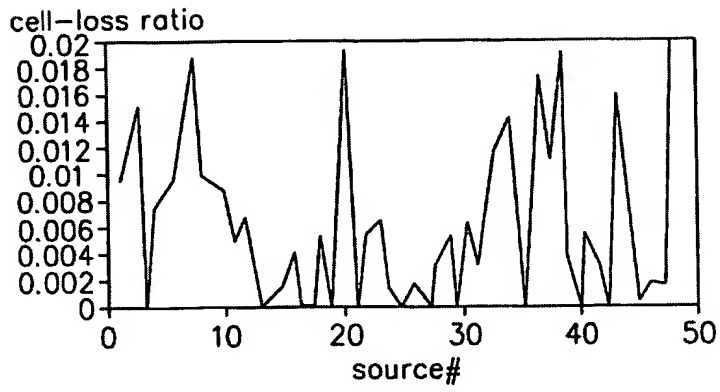
도면 8b



도면 9a



도면 9b



도면 10

